

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP04/019127

International filing date: 15 December 2004 (15.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-421358  
Filing date: 18 December 2003 (18.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

14.01.2005

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日            2003年12月18日  
Date of Application:

出願番号            特願2003-421358  
Application Number:

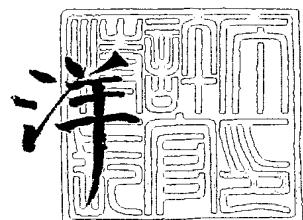
[ST. 10/C] :            [JP2003-421358]

出願人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2005年2月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1034788  
【提出日】 平成15年12月18日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 B01D 53/94  
【発明者】  
  【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
  【氏名】 平田 裕人 -  
【発明者】  
  【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
  【氏名】 松村 恵理子  
【特許出願人】  
  【識別番号】 000003207  
  【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
  【識別番号】 100099759  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 青木 篤  
  【電話番号】 03-5470-1900  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100077517  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 石田 敬  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100087413  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 古賀 哲次  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100123593  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 関根 宣夫  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100082898  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 西山 雅也  
【手数料の表示】  
  【予納台帳番号】 008268  
  【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
  【物件名】 特許請求の範囲 1  
  【物件名】 明細書 1  
  【物件名】 図面 1  
  【物件名】 要約書 1  
  【包括委任状番号】 0306635

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

燃料又は還元剤を噴射するインジェクターであって、噴射した燃料又は還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化することを特徴とする、プラズマインジェクター。

【請求項 2】

燃料又は還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の燃料又は還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化して気化させることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマインジェクター。

【請求項 3】

噴射ノズルと、前記噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍においてプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のプラズマインジェクター。

【請求項 4】

前記プラズマ発生手段が、前記噴射ノズルの先端部分に配置されていることを特徴とする、請求項 3 に記載のプラズマインジェクター。

【請求項 5】

前記プラズマが結合誘導プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置された前記プラズマ発生手段が、噴射口を囲むカップ状部分とこのカップ状部分の周囲の誘導コイルとを有し、且つ前記カップ状部分が電磁波を透過させる材料で作られている、請求項 4 に記載のプラズマインジェクター。

【請求項 6】

前記プラズマが放電プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置された前記プラズマ発生手段が噴射口を囲むカップ状部分を有し、このカップ状部分が半導体性材料又は導電性材料で作られており、且つ前記カップ状部分とノズル先端部分とが電気的に絶縁されそれぞれが対電極となるようにされている、請求項 4 に記載のプラズマインジェクター。

【請求項 7】

前記プラズマが、放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマであることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のプラズマインジェクター。

【請求項 8】

燃焼室内に直接に燃料を噴射する直噴式内燃機関であって、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のプラズマインジェクターによって燃料を噴射することを特徴とする、直噴式内燃機関。

【請求項 9】

排気管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のプラズマインジェクターによって前記還元剤を噴射することを特徴とする、排ガス浄化システム。

【請求項 10】

前記触媒が NO<sub>x</sub> 処理触媒である、請求項 9 に記載の排ガス浄化システム。

【請求項 11】

インジェクターによって燃焼室内に直接に燃料を噴射する直噴式内燃機関であって、前記インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させることを特徴とする、直噴式内燃機関。

【請求項 12】

排ガス管内に設けた触媒の上流側において、インジェクターによって還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、前記インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させることを特徴とする、排ガス浄化システム。

【請求項 13】

燃料又は還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の燃料又は還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化することによって気化させることを特徴とする、燃料又は還元剤噴射方法。

**【書類名】明細書**

**【発明の名称】** プラズマインジェクター、直噴式内燃機関、排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤噴射方法

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料を噴射するインジェクター、燃焼室内に直接に燃料を噴射する直噴式内燃機関、排ガス管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤を液滴状態で噴射する燃料又は還元剤噴射方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

内燃機関の燃焼室に直接に燃料を噴射するための従来のインジェクターは、図1に示すようなものである。このインジェクター10は、内部に中空空間13を有するほぼ円筒状のノズル12と、このノズル12の中空空間13内で摺動（移動）するほぼ円柱形のニードル弁14とを具備している。このノズル12とニードル弁14とはこれらの軸線Aが同軸になるように配置されている。またこのノズル12には中空空間13に通じる供給通路15が設けられている。供給通路15は燃料供給源（図示せず）に接続され、この供給通路15を介して中空空間13内に高圧の燃料が供給される。供給された燃料は、ニードル弁14とノズル12の内壁面との間の環状流路16を介してノズル12の先端部分18へと流れ、ノズル12の先端部分18の噴射孔19から噴射される。ここでは、ニードル弁14を中空空間13内で摺動させ、ニードル弁14の先端をノズル先端部分18の内壁面と接触させることによって、噴射孔19の入口を開閉し、噴射口19からの燃料の噴射を制御する。

**【0003】**

このようなインジェクターは、内燃機関からの排ガスが流れる排気管内に燃料を噴射するためにも使用され、これについては特許文献1で開示されている。この特許文献1では、排気管内において触媒の上流側の放電装置で放電を発生させ、この放電装置の更に上流側で還元剤を噴射することを提案している。これによれば、HCの存在によって放電装置におけるNOからNO<sub>2</sub>への酸化を促進できるとしている。またこの特許文献1では、触媒上流で還元剤を噴射し、触媒上で放電プラズマを発生させることも提案している。これによれば、更に触媒表面での反応が促進され、浄化活性を上げることができるとしている。

**【0004】**

尚、自動車の排ガスを浄化するための放電プラズマの使用については特許文献2でも示されている。この特許文献2は、ディーゼルエンジンからの排ガス中のパティキュレート（以下では「PM」とする）をPMトラップで捕集し、このPMトラップに新気を供給して再生するPM除去装置に関する。ここではPMトラップに供給される新気に対して水を注入し、そしてコロナ放電を提供することによってOHラジカルを発生させ、このOHラジカルによってPMトラップに捕集されたPMの燃焼を促進することを提案している。

**【0005】**

また自動車の排ガスを浄化するための放電プラズマの使用に関して、引用文献3では、水蒸気をプラズマ発生装置に供給し、そして得られた水蒸気プラズマガスを排ガス中に供給することによって、排ガス中の有害成分を酸化し、無害化することを提案している。ここでは水蒸気をプラズマ発生装置に供給することによって、O、OH、H、H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>などの活性な化学種が得られることが開示されている。

**【0006】**

【特許文献1】特開2001-159309

【特許文献2】特開平5-321634

【特許文献3】特開平6-363820

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

**【0007】**

上述のように燃料又は還元剤を噴射するインジェクターは様々な用途で使用されている。しかしながらこれらいずれの用途においても、特に低温時において、燃料又は還元剤を噴射しただけでは充分に気化しないことがあるという問題がある。

**【0008】**

直噴式内燃機関の燃焼室への燃料の噴射において燃料の気化が充分ではない場合、燃料と空気との混合が充分に行われず、燃料の不完全燃焼やPMの発生が起こりやすい。

**【0009】**

内燃機関からの排ガスが流れる排ガス管内への還元剤の噴射において還元剤の気化が充分ではない場合、触媒への拡散、触媒との接触が不充分になり、充分な浄化を行うことができず、また燃料成分自身が未反応のまま大気中に放出されることがある。

**【0010】**

また、上述のように、排ガス浄化のためのプラズマの使用も特許文献1で示されるように従来から知られている。しかしながら、特許文献1でのように、燃料を排ガスに噴射し、その後で排ガスの処理の際にプラズマを提供する場合、排ガス流れ全体をプラズマ状態にしているので、プラズマを発生させるために必要とされるエネルギーが比較的大きく、またプラズマ密度は低くなる。

**【0011】**

よって、燃料若しくは還元剤を噴射しただけでは充分に気化しない条件であっても、噴射して供給される燃料若しくは還元剤を気化させること及び／又は比較的容易に反応性が高い燃料若しくは還元剤を提供することができる、インジェクター、直噴式内燃機関、排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤噴射方法が必要とされている。

**【課題を解決するための手段】****【0012】**

本発明のプラズマインジェクターは、燃料又は還元剤を噴射するインジェクターであつて、噴射した燃料又は還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化することを特徴とする。

**【0013】**

この本発明のプラズマインジェクターによれば、燃料又は還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は燃料を噴射しただけでは充分に気化しない場合であっても、燃料を瞬時に気化させることができる。

**【0014】**

また本発明のプラズマインジェクターは、燃料又は還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の燃料又は還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化して気化させるものでよい。

**【0015】**

この態様によれば、特に比較的低温において高沸点の燃料又は還元剤を液滴状態で噴射する場合であっても、燃料又は還元剤を瞬時に気化させることができる。

**【0016】**

また本発明のプラズマインジェクターは、噴射ノズルと、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍にプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを有するものでよい。

**【0017】**

この態様によれば、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍、すなわち燃料又は還元剤を噴射される空間の全体ではなく一部においてのみ、プラズマを発生させることができる。従ってプラズマ化される空間を比較的狭くすること、すなわち比較的少ない消費エネルギーで大きいプラズマ密度を得ることができる。

**【0018】**

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマ発生手段が、噴射ノズルの先端部分に配置されているものでよい。

**【0019】**

この態様によれば、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍にプラズマを発生させることができ

容易になる。

**【0020】**

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが結合誘導プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置されたプラズマ発生手段が、噴射口を囲むカップ状部分とこのカップ状部分の周囲の誘導コイルとを有し、且つこのカップ状部分が電磁波を透過させる材料で作られているものでよい。

**【0021】**

この態様によれば、誘導コイルに高周波電源から高周波電流を供給することによって、カップ状部分の内側に磁場を発生させ、渦電流を発生させて、カップ状部分の内側及びその付近で誘導的に結合誘導プラズマを発生させることができる。

**【0022】**

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが放電プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置されたプラズマ発生手段が噴射口を囲むカップ状部分を有し、このカップ状部分が半導体性材料又は導電性材料で作られており、且つこのカップ状部分とノズル先端部分とが電気的に絶縁されてそれぞれが対電極となるようにされているものでよい。

**【0023】**

この態様によれば、カップ状部分とノズル先端部分との間に電圧を印加することによって放電を発生させ、それによってカップ状部分の内側及びその付近で放電プラズマを発生させることができる。

**【0024】**

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが、放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマであるものでよい。

**【0025】**

結合誘導プラズマ又はマイクロ波プラズマを使用することは、電極（金属部分）を高温のプラズマに直接に露出させないので、耐久性に関して好ましい。放電プラズマとしては、アーク放電プラズマ、コロナ放電プラズマ、例えばバリア放電プラズマを利用できる。アーク放電プラズマを使用することは、放電電流や放電電圧を増加することにより出力の増大が容易であり、安定な放電を長時間持続できる点、及びアーク放電を発生する装置及びアークを発生する技術が簡単であり、設備費が比較的廉価である点で好ましい。またバリア放電プラズマを使用することは、プラズマの安定性、電極の耐久性などに関して好ましい。

**【0026】**

本発明の直噴式内燃機関は、燃焼室内に直接に燃料を噴射する直噴式内燃機関であって、本発明のプラズマインジェクターによって燃料を噴射することを特徴とする。

**【0027】**

この本発明の直噴式内燃機関によれば、本発明のプラズマインジェクターでの、反応性の高い低分子量成分の生成及び／又は燃料の気化によって、燃焼室における燃料の燃焼性及び／又燃料と空気との混合を促進できる。これは、未燃焼燃料の排出やPMの生成を抑制する。

**【0028】**

本発明の排ガス浄化システムは、排気管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、本発明のプラズマインジェクターによって還元剤を噴射することを特徴とする。

**【0029】**

この本発明の排ガス浄化システムによれば、本発明のプラズマインジェクターでの、反応性の高い低分子量成分の生成及び／又は還元剤の気化によって、下流の触媒への還元剤の拡散、及び還元剤と触媒との接触を促進することができる。これは、触媒上で還元反応を促進し、従って還元剤自身が未反応のまま大気中に放出されることを抑制する。

**【0030】**

この本発明の排ガス浄化システムで使用される触媒は、NO<sub>x</sub>浄化触媒、特にNO<sub>x</sub>吸蔵

還元触媒又はNO<sub>x</sub>選択還元触媒でよい。

**【0031】**

この態様によれば、触媒でのNO<sub>x</sub>還元反応を促進することができる。

**【0032】**

本発明の他の直噴式内燃機関は、インジェクターによって燃焼室内に直接に燃料を噴射する直噴式内燃機関であって、インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させることを特徴とする。

**【0033】**

この本発明の直噴式内燃機関によれば、噴射口近傍の比較的狭いプラズマ領域において、燃料をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は燃料を噴射しただけでは充分に気化しない場合であっても、燃料を瞬時に気化させることができる。

**【0034】**

反応性の高い低分子量成分の生成及び／又は燃料の気化は、燃焼室における燃料の燃焼性及び／又燃料と空気との混合を促進し、未燃焼燃料の排出やPMの生成を抑制することを可能にする。またインジェクターの噴射口近傍、すなわち燃焼室内全体ではなくその一部においてのみプラズマを発生させることは、プラズマ化される空間を比較的狭くすること、すなわち比較的少ない消費エネルギーで大きいプラズマ密度を得ることを可能にする。

**【0035】**

本発明の他の排ガス浄化システムは、排ガス管内に設けた触媒の上流側において、インジェクターによって還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させることを特徴とする。

**【0036】**

この本発明の排ガス浄化システムによれば、噴射口近傍の比較的狭いプラズマ領域において、還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は還元剤を噴射しただけでは充分に気化しない場合であっても、還元剤を瞬時に気化させることができる。

**【0037】**

反応性の高い低分子量成分の生成及び／又は還元剤の気化は、下流の触媒への還元剤の拡散及び還元剤と触媒との接触を促進することができる。これは触媒上の還元反応を促進し、還元剤自身が未反応のまま大気中に放出されることを抑制する。またインジェクターの噴射口近傍、すなわち排気管の全径にわたってではなく直徑方向で一部においてのみプラズマを発生させることは、プラズマ化される空間を比較的狭くすること、すなわち比較的少ない消費エネルギーで大きいプラズマ密度を得ることを可能にする。

**【0038】**

本発明の燃料噴射又は還元剤方法は、燃料又は還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の燃料又は還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化することによって気化させることを特徴とする。

**【0039】**

本発明の燃料又は還元剤噴射方法によれば、燃料又は還元剤の噴射、特に比較的低温における比較的高沸点の燃料又は還元剤の噴射において、燃料を噴射しただけでは充分に気化しない場合であっても、燃料を瞬時に気化させ、空気等との混合を促進することができる。また場合によってはこの燃料又は還元剤のプラズマ化によって、燃料又は還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させることができる。

**【発明の効果】**

**【0040】**

本発明のインジェクター、直噴式内燃機関、排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤噴射方法によれば、噴射して供給される燃料若しくは還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は燃料若しくは還元剤を噴射

しただけでは充分に気化しない場合であっても、燃料若しくは還元剤を瞬時に気化させることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0041】

以下では本発明を図に示した実施形態に基づいて具体的に説明するが、これらの図は本発明の概略を示す図であり、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。

##### 【0042】

##### [本発明のプラズマインジェクター]

本発明のプラズマインジェクターの概略を図2に関して説明する。

##### 【0043】

本発明のプラズマインジェクターは、噴射した燃料又は還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化できるものである。このプラズマ化は、図2で示すように、燃料噴射ノズルの先端部分18に位置する噴射口19から、燃料又は還元剤をプラズマ領域、特に噴射口19近傍のプラズマ領域20に噴射することによって行うことができる。

##### 【0044】

本発明のプラズマインジェクターで噴射される燃料又は還元剤は、用途に応じて選択することができるが、例えばガソリン、軽油等の炭化水素、又はエーテル、アルコール等であつてよい。尚、用語「燃料」及び「還元剤」は、インジェクターを使用する用途によつて使い分けられる用語である。一般的には、「燃料」は、インジェクターからの供給物を爆発的に燃焼させることを意図した用途において、この供給物を表すために使用される用語であり、また「還元剤」は、インジェクターからの供給物によって他の物質を還元させることを意図した用途において、この供給物を表すために使用される用語である。従つてこれらの用語は同じ対象を示すこともあり、相互に交換可能に用いることができる。すなわち、内燃機関の動力エネルギーを発生させるために「燃料」としてガソリンを燃焼室内に噴射し、同時にこの内燃機関から排出される排ガス中のNO<sub>x</sub>を還元するために「還元剤」としてガソリンを排気管内に噴射することもある。当然に、内燃機関の動力源としての「燃料」と排ガスの浄化のための「還元剤」とが異なっていてもよい。

##### 【0045】

本発明のプラズマインジェクターの噴射ノズル部分としては、任意のノズル部分を使用できる。また例えば本発明のインジェクターは、図1に示すような、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射するための従来のインジェクターの機構を有することができる。

##### 【0046】

図2で示すように、本発明のプラズマインジェクターによるプラズマ化を噴射口19近傍の領域において行う場合、この噴射口19近傍のプラズマ領域20は、本発明のプラズマインジェクターによって燃料又は還元剤を噴射される排気管又は燃焼室のような空間の全体ではなく一部であり、噴射口19から5cm以内、特に2cm以内、より特に1cm以内の領域とすることができます。

##### 【0047】

本発明のプラズマインジェクターは、ノズル先端部分18に、プラズマを発生させる手段を有することができる。このノズル先端部分18のプラズマ発生手段としては、図3及び4に示すようなプラズマ発生手段を考慮することができる。

##### 【0048】

図3に示すプラズマインジェクターは、結合誘導プラズマを発生させるものである。この図3に示す結合誘導プラズマ発生手段30では、図1に示すようなインジェクターのノズル先端部分18に円筒状のカップ32が配置されている。このカップ32は電磁波を透過させる材料、例えば石英のような絶縁性材料で作られており、このカップ32の周囲には、誘導電場を発生するための誘導コイル33が配置されている。誘導コイル33の一端には、マッチングボックス36を介して高周波電源35が接続されており、他端は接地されている。

##### 【0049】

この結合誘導プラズマインジェクターの使用においては、マッチングボックス36によってインピーダンスを調整して高周波電源35から誘導コイル33に高周波電流を流し、カップ32の内側で磁場を発生させ、渦電流を発生させ、それによってカップ32内及びその付近で誘導的にプラズマ20を発生させる。ここで使用する高周波電流としては、例えば2～50MHz、特に3～40MHzの周波数を用いることができる。

#### 【0050】

図4に示すプラズマインジェクターは、放電プラズマを発生させるものである。この図4に示す放電プラズマ発生手段40では、図1で示すようなインジェクターのノズル先端部分18に円筒状のカップ42が配置されている。このカップ42とノズル先端部分18とは、絶縁材料43によって電気的に絶縁されており、それぞれが対電極となるように、カップ42が電源45に接続され、ノズル先端部分18が接地されている。カップ42とノズル先端部分18とはいざれをカソードとすることも、またアノードとすることもできる。また図4ではノズル先端部分18は接地されているが、電源45に接続してカップ42と反対の電圧を印加されるようにしてもよい。

#### 【0051】

この放電プラズマインジェクターの使用においては、電源45によってカップ42とノズル先端部分18との間に放電を発生させ、それによってカップ42内及びその付近でプラズマ20を発生させる。

#### 【0052】

カップ42及びノズル先端部分18は、これらの間に電圧を印加して、これらを放電電極として使用できる材料で製造することができる。そのような材料として、導電性材料や半導体性材料を用いることができるが、金属材料、例えば銅、タンゲステン、ステンレス、鉄、アルミニウム等が好ましい。しかしながら特にアーク放電では電極が高温になるので、タンゲステンのような高融点材料を使用することが好ましい。また、バリア放電を使用するために、これらの導電性又は半導体性材料上に絶縁性材料を配置することもできる。

#### 【0053】

アーク放電を用いてこの放電プラズマインジェクターでプラズマを発生させる場合、電源45は、例えば1～50Vの電圧及び5～500Aの電流を供給することができる。このアーク放電ではカソードから放出される電子によって放電が持続される。アーク放電を生じさせるための電流としては、直流のみでなく交流を用いることもできる。

#### 【0054】

またコロナ放電を用いてこの放電プラズマインジェクターでプラズマを発生させる場合、電源45は、パルス状の直流又は交流電圧を供給するものでよい。カップ42とノズル先端部分18との間の印加電圧としては、一般的には1kV～100kV、例えば40kV～60kVの電圧を使用することができる。また印加電圧のパルス周期は、10ms～0.1μs、特に0.1～10μsにすることができる。

#### 【0055】

##### [本発明の直噴式内燃機関]

本発明の直噴式内燃機関は、図6に示すようなものであってよい。

#### 【0056】

この図6では、インジェクター10、シリンドブロック61、シリンドヘッド62、ピストン63、燃焼室64、吸気弁65、吸気ポート66、排気弁67、排気ポート68を有する本発明の直噴式内燃機関60が示されている。ここでは、制御線10aを通じてインジェクター10の燃料噴射を制御できるようにされている。またプラズマ20がインジェクター10の噴射口近傍に存在することが示されている。この本発明の直噴式内燃機関は、プラズマ20を発生させる手段を有する以外は、従来の直噴式内燃機関と同様なものであってよい。

#### 【0057】

インジェクター10の噴射口近傍のプラズマ20では、このインジェクター10によつ

て噴射される燃料を反応性の高い低分子量成分に添加させること及び／又は気化させることができる。ここで、この噴射口近傍の領域は、インジェクターによって燃料を噴射される燃焼室の全体ではなく一部の領域であり、例えばインジェクター10の噴射口から5cm以内、特に2cm以内、より特に1cm以内の領域とすることができます。

#### 【0058】

本発明の直噴式内燃機関60では、直噴式内燃機関で一般に使用される燃料、例えばガソリン、軽油等を噴射することができる。また、ここで発生させるプラズマは、常に発生させておくこともできるが、燃料を噴射する瞬間のみ、特に内燃機関始動時のような低温時において燃料を噴射する瞬間のみプラズマを発生させると、消費エネルギーに関して好ましい。

#### 【0059】

##### [本発明の排ガス浄化システム]

本発明の排ガス浄化システムは、図7に示すようなものであってよい。

#### 【0060】

この図7では、インジェクター10、排気管76、触媒、特にNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒又はNO<sub>x</sub>選択還元触媒のようなNO<sub>x</sub>浄化触媒72、ケーシング74を有する本発明の排ガス浄化システム70が示されている。矢印79は排ガス流れ方向を示している。また制御線10aを通じてインジェクター10の還元剤噴射を制御できるようにされている。またプラズマ20がインジェクター10の噴射口近傍に存在することが示されている。この本発明の排ガス浄化システム70は、プラズマ20を発生させる手段を有する以外は、従来の排ガス浄化システムと同様なものであってよい。

#### 【0061】

インジェクター10の噴射口近傍のプラズマ20では、このインジェクター10によって噴射される還元剤を反応性の高い低分子量成分に添加させること及び／又は気化させることができ。ここでこの噴射口近傍の領域は、インジェクターによって還元剤を噴射される排気管の全径にわたる領域ではなく一部の領域であり、例えばインジェクター10の噴射口から5cm以内、特に2cm以内、より特に1cm以内の領域とすることができます。

#### 【0062】

本発明の排ガス浄化システム70では、ガソリン、軽油等の内燃機関の動力源に使用される燃料を還元剤として噴射できるだけでなく、別個の還元剤を噴射することもできる。また、本発明の排ガス浄化システム70で使用できるNO<sub>x</sub>浄化触媒は、排ガス、特に内燃機関からの排ガス中のNO<sub>x</sub>の還元を促進する触媒である。

#### 【0063】

また、ここで発生させるプラズマは、常に発生させておくこともできるが、還元剤を噴射する瞬間のみ、特に暖機がまだ充分ではない条件において還元剤を噴射する瞬間のみ発生させると、消費エネルギーに関して好ましい。

#### 【0064】

##### [プラズマ]

一般に知られているようにプラズマとは、自由運動する正と負の電荷をもつ2種以上の荷電粒子が共存する物質状態を意味する。従ってプラズマ状態では、存在する物質は高いポテンシャルエネルギーを有し、燃料又は還元剤をプラズマ状態にし、ラジカル化、クラッキングを行って、反応性の高い低分子量成分に転化することができる。また燃料又は還元剤が液滴状態で供給された場合にも瞬時に気化し、ラジカル化、クラッキングして、反応性の高い低分子量成分に転化することができる。

#### 【0065】

本発明に関してプラズマを発生させるためには様々な様式を考慮することができる。本発明は、プラズマを発生させる手段に限定されないが、例えば放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマを使用することができる。以下ではこれらのそれについて説明する。

**【0066】****[結合誘導プラズマ]**

結合誘導プラズマは、プラズマを発生させる空間の周囲に巻いた誘導コイルに高周波電流を流し、誘導コイル内に磁場を発生させ、渦電流を発生させ、それによって誘導的に発生させるプラズマをいう。ここで使用する高周波電流としては、例えば2～50MHz、特に3～40MHzの周波数を用いることができる。

**【0067】**

この結合誘導プラズマは、電極（金属部分）をプラズマに高温のプラズマに直接に露出させないことができるので、耐久性に関して好ましい。

**【0068】****[放電プラズマ]**

放電プラズマは、電極間の放電によって生じる高エネルギーの電子を気体分子に衝突させ、それによって気体分子をプラスイオンとマイナスイオンとすることによって発生させるプラズマをいう。この放電プラズマを発生させるためには、任意の放電形態を使用できるが、アーク放電、又はコロナ放電、例えばバリア放電を利用できる。

**【0069】**

アーク放電を用いてプラズマを発生させる場合、例えば1～50Vの電圧及び5～500Aの電流を電極間に供給することができる。このアーク放電ではカソードから放出される電子によって放電が持続されている。アーク放電を生じさせるための電流としては、直流のみでなく交流を用いることもできる。

**【0070】**

アーク放電を用いると、放電電流や放電電圧を増加することにより出力の増大が容易であり、安定な放電を長時間持続することできる。またアーク放電を発生する装置及びアークを発生する技術が簡単であり、設備費が比較的廉価である。

**【0071】**

またコロナ放電を用いてプラズマを発生させる場合、パルス状の直流又は交流電圧を電極間に印加することができる。コロナ放電を行う電極間の印加電圧としては、一般的には1kV～100kV、例えば40kV～60kVの電圧を使用することができる。また印加電圧のパルス周期は、0.1～10ms以下、特に0.1～1msにすることができる。尚、電極上に絶縁性材料を配置してバリア放電を行うことは、放電の安定性に関して好ましい。

**【0072】****[マイクロ波プラズマ]**

マイクロ波プラズマは、マグнетロンのようなマイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波、例えば周波数2.54GHz程度のマイクロ波を、導波管を経由させてアンテナから照射し、電場強度を強めて発生させるプラズマをいう。

**【0073】**

特に大気圧又はそれよりも高い気体圧力においてマイクロ波プラズマを発生させる場合、プラズマ励起体を使用し、このプラズマ励起体にマイクロ波を照射することによって、このプラズマ励起体の周囲でプラズマを発生させることが有利である。ここで使用されるプラズマ励起体は、マイクロ波の照射を受けてその周囲でのプラズマの励起を促進する任意の材料で作ることができ、例えば導電性セラミック、特にSiC焼結体のような導電性セラミック焼結体でよい。

**【0074】**

このプラズマ励起体を使用するマイクロ波プラズマの発生は、図5に示すようにして行うことができる。この図5では、プラズマ励起体としてのSiC焼結体52、このプラズマ励起体52に照射されるマイクロ波54、ガス流れを示す矢印56、及び発生するプラズマ20が示されている。

**【0075】****[プラズマによる燃料又は還元剤のクラッキング]**

燃料又は還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化することによって瞬時に燃料又は還元剤の気化、ラジカル化、クラッキングを行えること自体は、プラズマの非常に高いエネルギー状態を考慮すれば充分に当業者に明らかである。しかしながら以下では、炭化水素（C<sub>13</sub>H<sub>28</sub>）のプラズマ化によってクラッキング等が行われることを実験によって確認した。

### 【0076】

ここでは図8で示すような実験装置を用いた。実験においては、燃料供給部からの燃料（C<sub>13</sub>H<sub>28</sub>）とN<sub>2</sub>供給部からのキャリアガスとしてのN<sub>2</sub>とを混合し、ノズルを経由させてチャンバーに供給した。またノズル内での放電によって放電プラズマを発生させた。実験においては、この放電プラズマがノズルの先端から出ていることが観察された。N<sub>2</sub>供給部からのN<sub>2</sub>はチャンバーに直接的にも供給した。またチャンバーからの排気の一部にガスクロマトグラフ分析を行った。

### 【0077】

ここでこの実験で使用してプラズマを発生させたノズルは、図9に示すようなものであった。ここでこの図9で示されるノズルは、中空円筒状電極92とその中心線上に配置されたに棒状電極94とからなり、これらの電極間にはガス流れ流路96が形成されている。矢印98はこのガス流れ流路96を流通するガス流れを示している。またこのノズルは、中空円筒状電極92とその中心線上に配置された棒状電極94との間に、電源93によって電圧を印加し、それによって中空円筒状電極92の先端部92aと棒状電極94の先端部94aとの間で放電を行えるようにされている。尚、ここでは円筒状電極の内側にガラス管を配置して、バリア放電が起こるようにされている。

### 【0078】

この実験によれば、放電によってプラズマを発生させているときのみ、C<sub>1</sub>～C<sub>3</sub>の成分がガスクロマトグラフ分析で測定された。これはプラズマが比較的大きい分子（C<sub>13</sub>H<sub>28</sub>）をクラッキングして、比較的小さい分子（C<sub>1</sub>～C<sub>3</sub>）を作れることを示している。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【0079】

【図1】従来のインジェクターの拡大断面図である。

【図2】本発明のプラズマインジェクターの概念を示す断面図である。

【図3】結合誘導プラズマを使用する本発明のプラズマインジェクターの1つの態様を示す概略断面図である。

【図4】放電プラズマを使用する本発明のプラズマインジェクターの他の態様を示す概略断面図である。

【図5】マイクロ波プラズマの発生機構を示す概略図である。

【図6】本発明の直噴式内燃機関を示す概略断面図である。

【図7】本発明の排ガス浄化システムを示す概略断面図である。

【図8】プラズマによる炭化水素分子のクラッキングを行う実験を示す概略図である。

。

【図9】図8で示す実験において使用したノズルを示す概略断面図である。

### 【符号の説明】

#### 【0080】

10…インジェクター

10a…インジェクターの制御線

12…ノズル

13…ノズル12内部の中空空間

14…ニードル弁

15…燃料又は還元剤供給通路

16…ノズル12内の環状流路

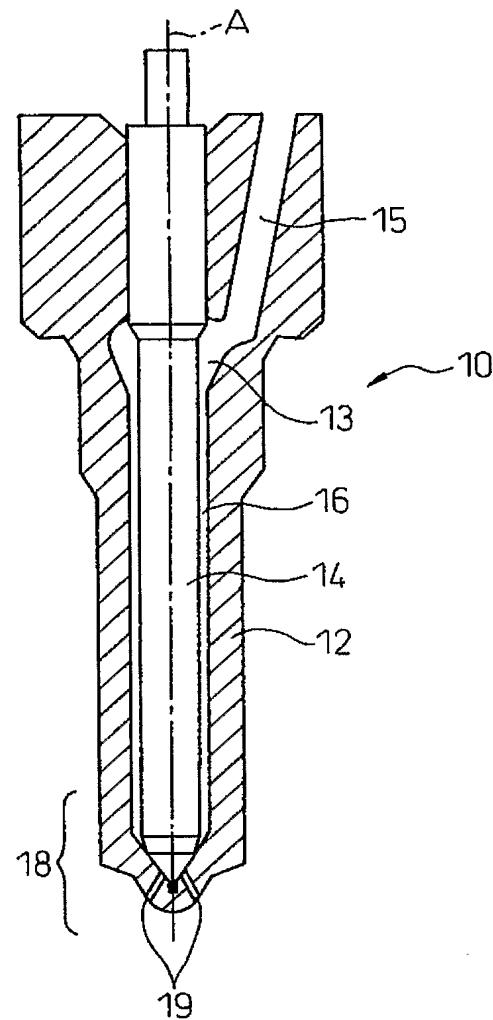
18…ノズル先端部分

19…ノズル先端部分18の噴射孔

- 20 … プラズマ
- 30 … 結合誘導プラズマ発生手段
- 32、42 … カップ
- 33 … 誘導コイル
- 35、45 … 電源
- 36 … マッチングボックス
- 40 … 放電プラズマ発生手段
- 43 … 絶縁性材料
- 54 … マイクロ波
- 52 … プラズマ励起体
- 56 … ガス流れ方向を示す矢印
- 60 … 本発明の直噴式内燃機関
- 61 … シリンダーブロック
- 62 … シリンダーヘッド
- 63 … ピストン
- 64 … 燃焼室
- 65 … 吸気弁
- 66 … 吸気ポート
- 67 … 排気弁
- 68 … 排気ポート
- 70 … 本発明の排ガス浄化システム
- 76 … 排気管
- 72 … NO<sub>x</sub>浄化触媒
- 74 … ケーシング
- 92 … 中空円筒状電極
- 92a … 中空円筒状電極92の先端部
- 93 … 電源
- 94 … 棒状電極
- 94a … 棒状電極94の先端部
- 96 … ノズル内のガス流れ流路
- 98 … ノズル内のガス流れ方向を示す矢印

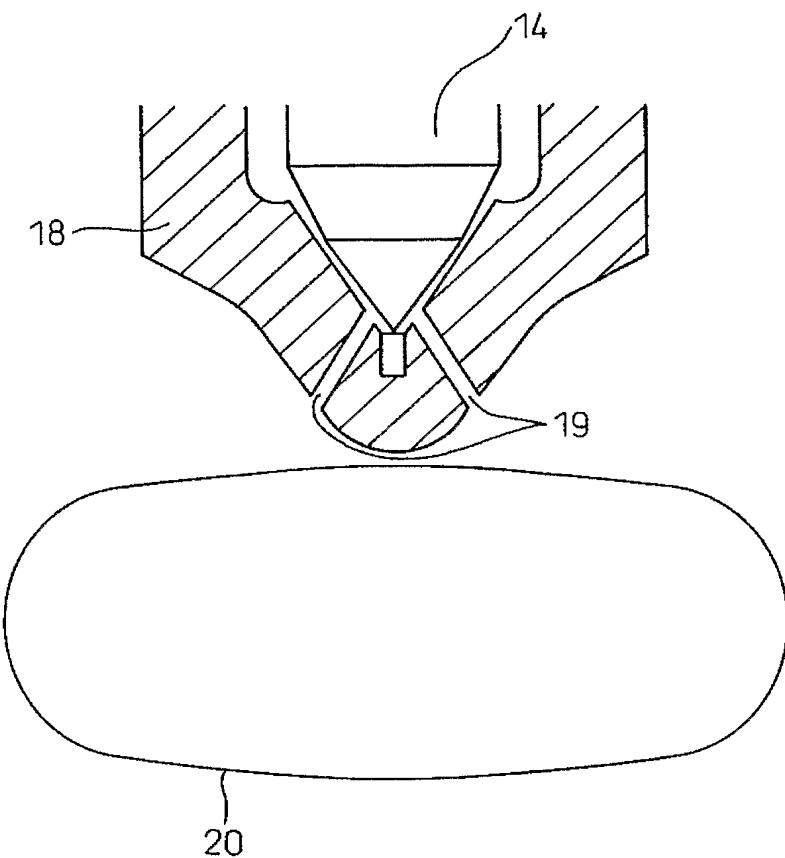
【書類名】 図面  
【図 1】

図 1



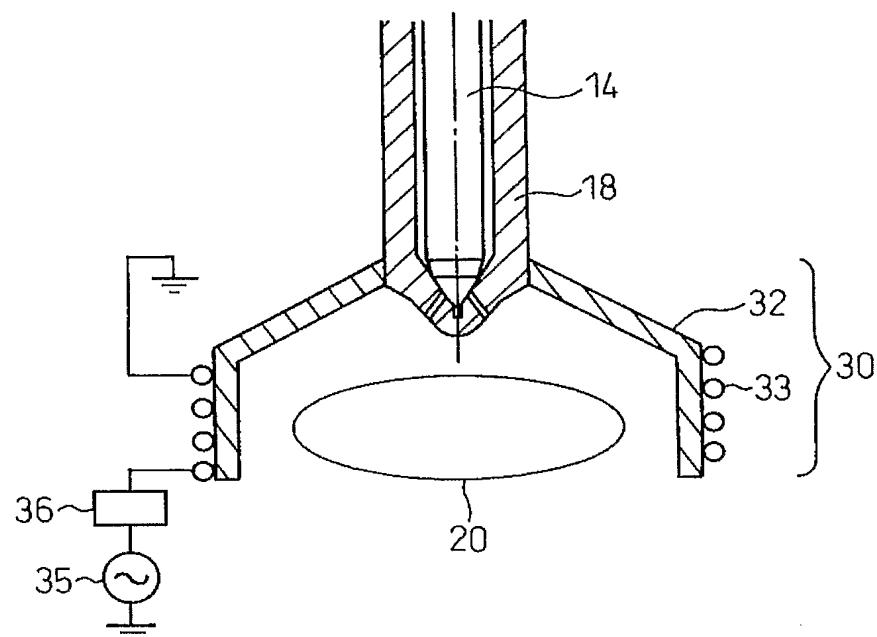
【図2】

図2



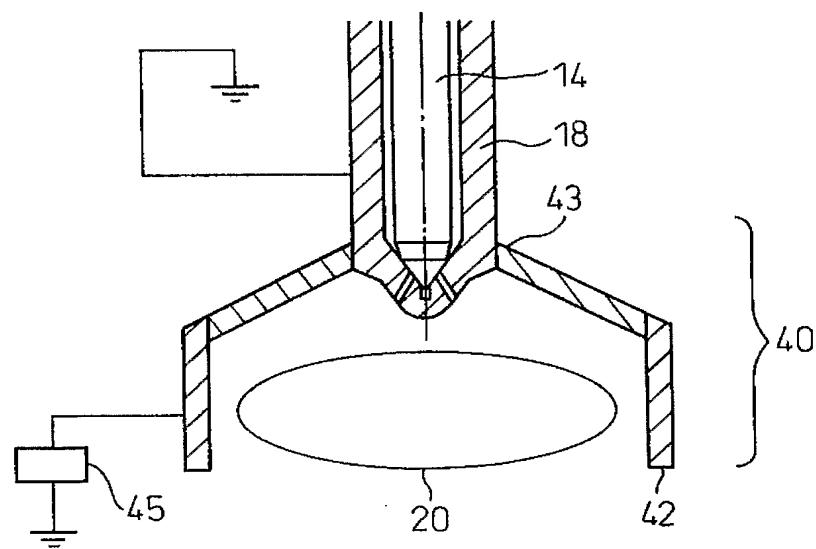
【図3】

図3



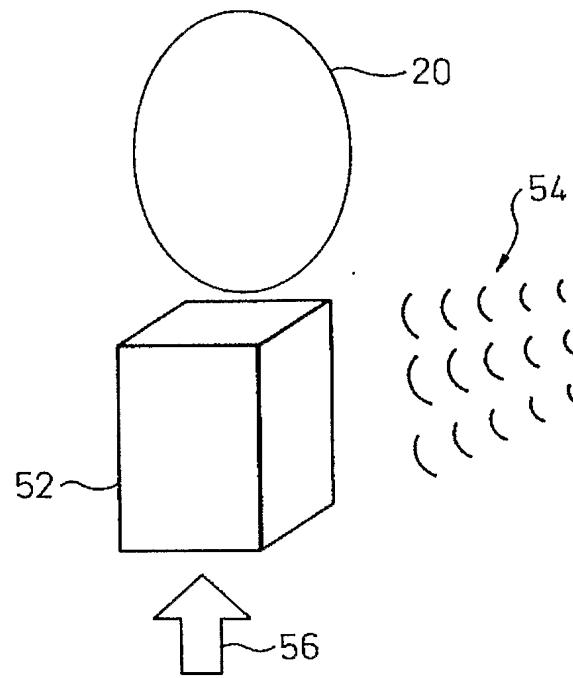
【図4】

図4



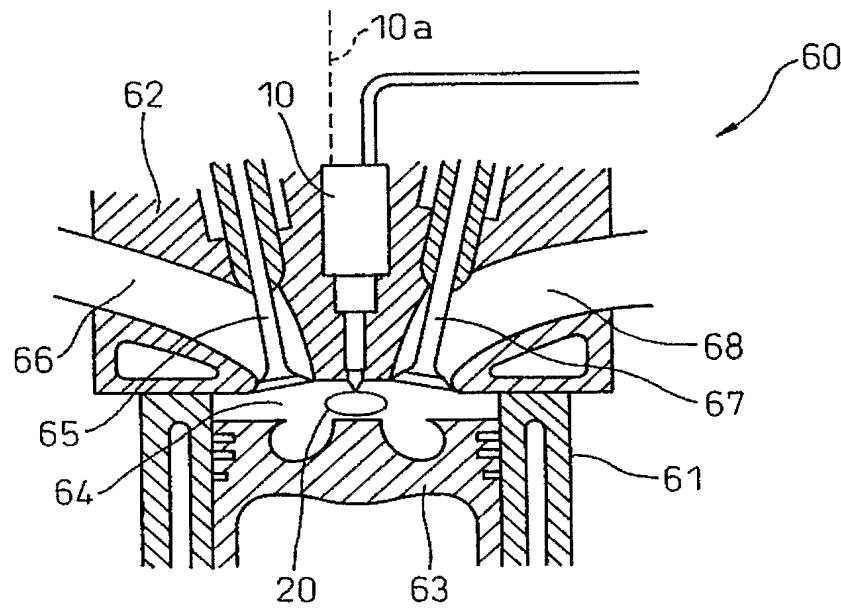
【図5】

図5



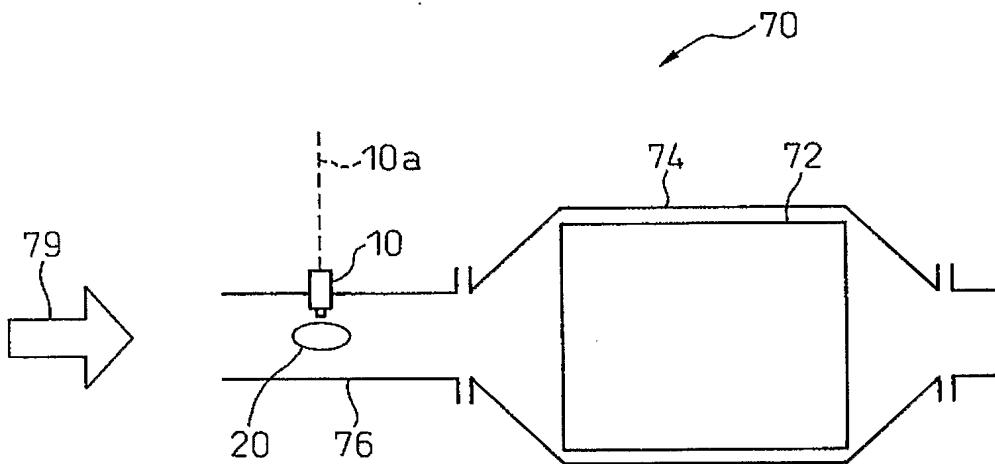
【図6】

図6



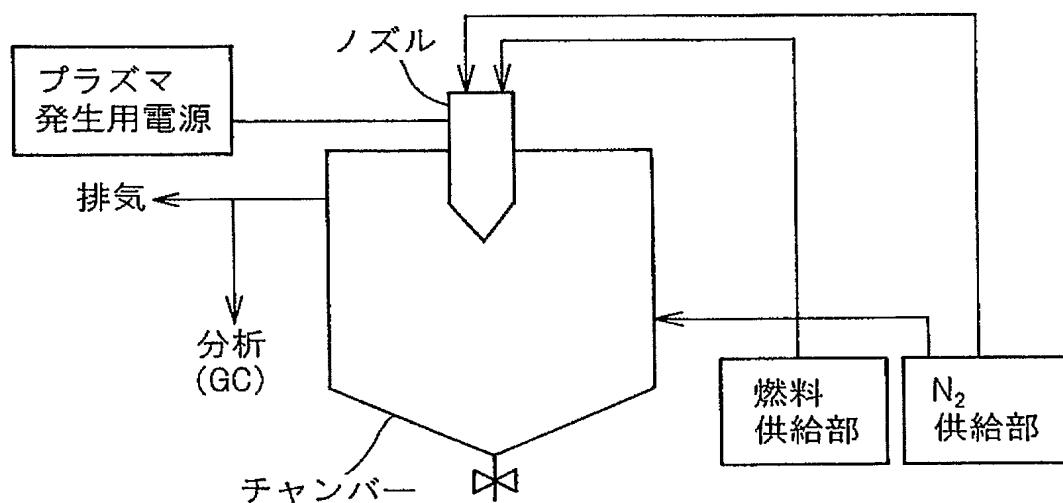
【図7】

図7



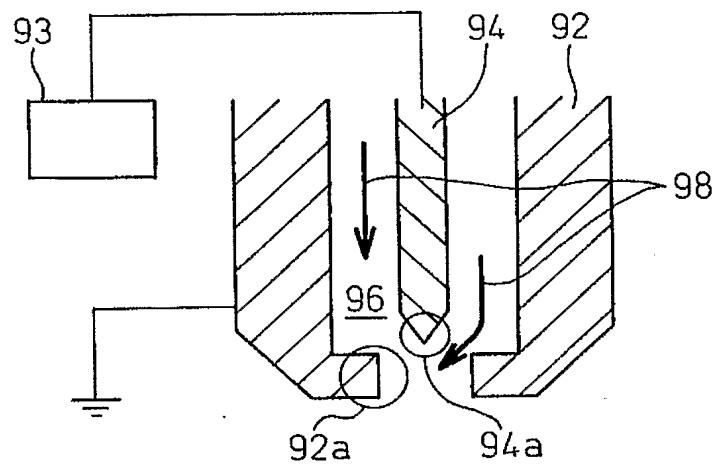
【図8】

図8



【図9】

図9



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 噴射して供給される燃料若しくは還元剤を気化させること及び／又は反応性が高い燃料若しくは還元剤を提供することができるインジェクター、直噴式内燃機関、排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤噴射方法を提供する。

【解決手段】 噴射ノズル先端部分18の噴射口19から噴射した燃料又は還元剤を、プラズマ領域20において少なくとも部分的にプラズマ化するインジェクター、直噴式内燃機関、排ガス浄化システム、及び燃料又は還元剤噴射方法とする。

【選択図】 図2

特願 2003-421358

## 出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏名 トヨタ自動車株式会社